

به نام آن که جان را فکرت آموخت

آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته

www.ketab.ir

تالیف:

اسماعیل میرمهدی

رامین خامدی

داود افشاری



سرشناسه : میرمهدی، اسماعیل، ۱۳۶۹-
 عنوان و نام پدیدآور : آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته/مولفین اسماعیل میرمهدی، رامین خامدی، داود افشاری.
 مشخصات نشر : تهران: دانش بنیاد، ۱۴۰۱.
 مشخصات ظاهری : ۱۷۶ص: مصور(بخشی رنگی).
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۶۰۵۴-۹۳-۵
 وضعیت فهرست نویسی : فیپا
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۶۹.
 موضوع : آزمایش‌های غیر مخرب
 Nondestructive testing
 موضوع : اتصال‌های جوش‌شده - آزمایش‌ها
 Welded joints-- Testing
 موضوع : شناسه افزوده : خامدی، رامین، ۱۳۵۹-
 شناسه افزوده : افشاری، داود، ۱۳۵۹-
 رده بندی کنگره : TA۴۱۷/۲
 رده بندی دیویی : ۶۲۰/۱۱۲۷
 شماره کتابشناسی ملی : ۹۰۸۱۱۹۸
 اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته (ویراست دوم)



تألیف : اسماعیل میرمهدی - رامین خامدی - داود افشاری
 مدیر تولید : رضا کرمی شانه‌ساز
 حروفچینی و صفحه‌آرایی : واحد تولید انتشارات دانش بنیاد
 نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۱
 تیراژ : ۲۰۰
 قیمت : ۱۵۰۰۰ تومان
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۶۰۵۴-۹۳-۵

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لبافی‌نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
 تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
 فروشگاه یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
 تلفن: ۳۶۲۲۷۴۷۵ - ۳۶۲۲۶۷۷۱ - ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۰۳۵

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - fadakbook@yahoo.com

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است، مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات دانش بنیاد می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات دانش بنیاد ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
 انتشارات دانش بنیاد

پیشگفتار

با توجه به رشد فزاینده‌ی علم و فن‌آوری‌ها در دنیا، به نظر می‌رسد نیاز به آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته روز به روز در صنعت برجسته‌تر می‌شود.

خارج از تکنیک‌های بازرسی مرسوم، تکنیک‌های بازرسی پیشرفته معمولاً برای شناسایی و پیش‌بینی دقیق مکانیزم‌های آسیب به کار گرفته می‌شوند که به قابلیت اطمینان و ایمنی کلی تسهیلات کمک می‌کند.

تجهیزات پیشرفته آزمون غیرمخرب (ANDT) دارای طیف گسترده‌ای است که دارای قابلیت بی‌نظیری در کاربردهای مختلف از بازرسی جوش گرفته تا تشخیص ترک‌های پنهان، حفره‌ها، تخلخل و سایر بی‌نظمی‌های داخلی در فلزات و کامپوزیت‌ها را ارائه می‌دهد.

برنامه‌های کاربردی تخصصی که کمک می‌کند تا کیفیت بازرسی را افزایش و فرآیندها ساده و تنظیمات بازرسی دارای سرعت بیشتر و تفسیر نتایج آسان‌تر خواهد بود.

با انجام آزمون‌های پیشرفته غیرمخرب و استفاده از پیشرفته‌ترین فناوری‌های بازرسی و روش‌های کاربردی، در هزینه‌های تعمیر و نگهداری کلی صرفه‌جویی و کیفیت تولید بهبود می‌یابد و فرآیندهای عملیاتی قابلیت اعتماد را تضمین می‌کند.

یک مهندس و بازرس آزمون‌های غیرمخرب ابتدا باید نوع آسیب و نوع جوش و ترکیبات آن و مواد و جنس و ... را بشناسد که در فصل اول با مطالعه کامل آن می‌توانیم برای این موارد راهکاری کلی داشته باشیم.

به‌عنوان یک بازرس باید آزمون‌های مخرب و غیرمخرب را کامل بشناسیم تا بتوانیم این دستگاه‌ها را بکار ببریم فصل دوم و سوم کامل به این بازرسی‌ها اشاره دارد.

یکی از نکاتی که این کتاب را متمایز می‌کند بحث و توضیح کامل آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته است. نکاتی که در فصل چهارم کاملاً بحث شده است و یک بازرس به‌طور کامل این آزمون‌های پیشرفته را فرا خواهد گرفت.

توصیه می‌شود از این کتاب برای مقطع کارشناسی و مخصوص کارشناسی ارشد برای درس آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته استفاده شود تا دانشجویانی که علاقه خاصی به این درس دارند با آزمون‌های پیشرفته غیرمخرب نیز آشنا شوند.

از تمامی عزیزانی که مشوق راه من بوده‌اند کمال تشکر را دارم. از آقای دکتر فرهنگ هنرور که مرا با علم آزمون‌های غیرمخرب آشنا ساخت. از آقای دکتر داود افشاری که همیشه پشتوانه من بود تا کمی و کاستی را در مقطع دکتری نداشته باشم. از خانواده عزیزم که خالصانه و بی‌بدیل

مرا یاری کردند کمال تقدیر و تشکر را دارم. از آقای دکتر خامدی که کمک‌های ایشان مسیر کتاب را به بهبودی کامل رساند، کمال تقدیر را دارم. از تمامی کارکنان و مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور و بازرس فنی تارادیس برای مشورت برخی از آزمون‌های که بسیار کارساز بود کمال تقدیر و تشکر را دارم.

در آخر خود را مدیون خدای بزرگ و متعال و ائمه آسمانی‌اش میدانم و همیشه قدردان و شکر گذار آن‌ها خواهم بود که اگر کمک آن‌ها به من نبود این کتاب گردآوری نمی‌شد.

دکتر اسماعیل میرمهدی

زمستان ۱۴۰۱

esmaeilmirmahdi@znu.ac.ir

www.ketab.ir

فصل ۱ مقدمه‌ای بر جوشکاری و تأثیر آن بر آزمون‌های غیرمخرب ۱

- ۱.۱ مقدمه ۲
- ۲.۱ خلاصه‌ای از جوشکاری ۲
 - ۱.۲.۱ جوش اکسی استیلن ۳
 - ۲.۲.۱ جوشکاری قوس الکتریکی (برق) ۴
 - ۳.۲.۱ فرآیندهای جوشکاری قوس الکتریکی: الکتروود غیرقابل مصرف ۹
 - ۴.۲.۱ فرآیندهای جوشکاری قوس الکتریکی: الکتروود مصرفی ۹
 - ۵.۲.۱ جوشکاری زیر پودری ۱۰
 - ۶.۲.۱ جوشکاری مواد فلزی - قوس الکتریکی ۱۱
 - ۷.۲.۱ روش جوشکاری قوسی با هسته شار ۱۲
 - ۳.۱ الکتروودهای مورد استفاده برای جوشکاری قوسی ۱۳
 - ۴.۱ پدیده جدانشینی ۱۴
 - ۵.۱ شماتیک دماها در نقاط مختلف یک جوش ۱۵
 - ۶.۱ کیفیت جوش ۱۷
 - ۷.۱ تنش‌های پسماند ۲۰
 - ۸.۱ نکته ۲۶
 - ۹.۱ ترک گرم (Hot cracking) ۲۷
 - ۱۰.۱ خاصیت جوش‌پذیری ۳۱

فصل ۲ آزمون‌های مخرب ۳۳

- ۱.۲ مقدمه ۳۴
- ۲.۲ آزمون‌های مخرب ۳۴
 - ۱.۲.۲ آزمون کشش ۳۴
 - ۲.۲.۲ آزمایش کشش برشی ۳۵
 - ۳.۲.۲ آزمون خمش ۳۵
 - ۴.۲.۲ آزمون چقرمگی شکست ۳۵
 - ۵.۲.۲ آزمون‌های خوردگی و خزش ۳۶

فصل ۳ آزمون‌های غیرمخرب ۳۷

مقدمه	۳۸	۱.۳
آزمون‌های غیرمخرب	۳۸	۲.۳
نام‌های آزمون‌های غیرمخرب	۳۸	۳.۳
کاربردهای آزمون غیرمخرب	۳۹	۴.۳
مجریان آزمون‌های غیرمخرب	۳۹	۵.۳
دسته‌بندی آزمون‌های غیرمخرب	۴۰	۶.۳
آزمون بازرسی چشمی (VT)	۴۰	۷.۳
آزمون مایعات نافذ (PT)	۴۰	۸.۳
روش‌های تمیز کردن سطح در آزمون مایع نافذ	۴۱	۱.۸.۳
مزایای روش مایعات نافذ	۴۲	۲.۸.۳
معایب روش مایعات نافذ	۴۳	۳.۸.۳
آزمون ذرات مغناطیسی (MT)	۴۳	۹.۳
مزایای انجام آزمون ذرات مغناطیسی	۴۵	۱.۹.۳
ذرات مغناطیسی	۴۵	۲.۹.۳
مزایای آزمون ذرات مغناطیسی	۴۵	۳.۹.۳
معایب آزمون ذرات مغناطیسی	۴۶	۴.۹.۳
آزمون جریان گردابی (ET)	۴۶	۱۰.۳
عوامل مؤثر در آزمون جریان گردابی	۴۶	۱.۱۰.۳
کاربردهای آزمون جریان گردابی	۴۷	۲.۱۰.۳
مزایای آزمون جریان گردابی	۴۸	۳.۱۰.۳
محدودیت‌های آزمون جریان گردابی	۴۸	۴.۱۰.۳
آزمون رادیوگرافی (پرتونگاری) (RT)	۴۸	۱۱.۳
اصطلاحات	۴۸	۱.۱۱.۳
تیوب اشعه ایکس	۴۹	۲.۱۱.۳
رادیوگرافی گاما	۵۰	۳.۱۱.۳
خطوط مشخصه طیف (Characteristic Spectral Lines)	۵۰	۴.۱۱.۳
نا آشکاری ذاتی فیلم	۵۲	۵.۱۱.۳
انواع منابع تأمین انرژی در آزمون رادیوگرافی	۵۲	۶.۱۱.۳
نحوه انجام آزمون رادیوگرافی	۵۳	۷.۱۱.۳
اساس تفسیر تصویر آزمون رادیوگرافی	۵۴	۸.۱۱.۳
مزایای آزمون رادیوگرافی	۵۴	۹.۱۱.۳
محدودیت‌های آزمون رادیوگرافی	۵۴	۱۰.۱۱.۳

۱۲.۳	آزمون آلتراسونیک (UT)	۵۵
۱.۱۲.۳	امواج فراصوتی	۵۶
۲.۱۲.۳	کاربرد امواج فراصوتی	۵۶
۳.۱۲.۳	روش‌های آزمون فراصوتی	۵۷
۴.۱۲.۳	انواع موج‌ها	۵۹
۵.۱۲.۳	مواد پیزوالکتریک	۶۰
۶.۱۲.۳	سیستم‌های تصویری بازتابی	۶۶
۷.۱۲.۳	روش تماسی در آلتراسونیک	۷۱
۸.۱۲.۳	روش غوطه‌وری	۷۲
۹.۱۲.۳	آزمایش فراصوتی اسکن A بر روی جوش نقطه‌ای	۷۳
۱۰.۱۲.۳	منطقه نزدیک و دور در پروب‌های آلتراسونیک	۸۰

فصل ۴ آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته فراصوتی ۶۱

۱.۴	مقدمه	۸۳
۲.۴	آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته فراصوتی	۸۴
۳.۴	آزمون نشر فرا آوایی (LA)	۸۵
۱.۳.۴	محدوده کاربرد	۹۱
۲.۳.۴	تضعیف موج (Attenuation)	۹۲
۳.۳.۴	منابع انتشار نشر فرا آوایی	۹۴
۴.۳.۴	سؤال: تجهیزاتی که در آزمون آلتراسونیک و نشر فرا آوایی استفاده می‌شود یکی هستند؟	۹۷
۵.۳.۴	سؤال: مدها چیست؟	۹۷
۶.۳.۴	شناسایی نویزها در نشر فرا آوایی	۹۸
۷.۳.۴	پارامترهای موجود در شکل موج فرایند نشر فرا آوایی	۹۸
۸.۳.۴	سؤال: چگونه می‌توان شکل موج را تفکیک کرد که اطلاعات دریافتی از دست نروند؟	۱۰۲
۹.۳.۴	سؤال: از کجا باید متوجه شویم که هر کدام از دسته‌های خوشه‌بندی شده مربوط به کدام مکانیزم خرابی است؟	۱۰۳
۱۰.۳.۴	مقایسه نشر فرا آوایی با تکنیک‌های دیگر	۱۰۴
۱۱.۳.۴	مزایا و معایب آزمون نشر فرا آوایی	۱۰۵
۱۲.۳.۴	نویزها در آزمون نشر فرا آوایی	۱۰۵
۱۳.۳.۴	چگونگی از بین بردن نویزها در آزمون نشر فرا آوایی	۱۰۶
۱۴.۳.۴	تکنیک‌های کاهش نویز در آزمون نشر فرا آوایی	۱۰۷

- ۱.۱۵.۴ اصول کاری آزمون بازرسی دوار داخلی (IRIS) ۱۶۵
- ۲.۱۵.۴ مزایای استفاده از آزمون بازرسی دوار داخلی (IRIS) ۱۶۵
- ۱۶.۴ آزمون ضبط کامل ماتریسی آرایه فازی (FMC) ۱۶۶
- ۱.۱۶.۴ اصول عملکرد آزمون ضبط کامل ماتریسی آرایه فازی (FMC) ۱۶۷
- ۲.۱۶.۴ قابلیت‌های آزمون ضبط کامل ماتریسی آرایه فازی (FMC) ۱۶۸

فصل ۵ آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته رادیوگرافی ۱۶۹

- ۱.۵ مقدمه ۱۷۰
- ۲.۵ آزمون غیرمخرب پیشرفته رادیوگرافی ۱۷۰
- ۳.۵ آزمون رادیوگرافی دیجیتال با زمان واقعی یا بلادرنگ (Thru Vu) ۱۷۰
- ۱.۳.۵ فواید آزمون رادیوگرافی دیجیتال با زمان واقعی یا بلادرنگ (Thru Vu) ۱۷۲
- ۲.۳.۵ قابلیت‌های آزمون رادیوگرافی دیجیتال با زمان واقعی یا بلادرنگ (Thru Vu) ۱۷۲
- ۳.۳.۵ محدودیت‌های آزمون رادیوگرافی دیجیتال با زمان واقعی یا بلادرنگ (Thru Vu) ۱۷۳
- ۴.۳.۵ الزامات و پارامترهای تأثیرگذار آزمون رادیوگرافی دیجیتال با زمان واقعی یا بلادرنگ (Thru Vu) ۱۷۴
- ۴.۵ آزمون رادیوگرافی ناحیه کنترل شده کنترل شده کوچک (SCAR) ۱۷۴
- ۱.۴.۵ دستیابی به آزمون رادیوگرافی ناحیه کنترل شده کوچک (SCAR) ۱۷۴
- ۲.۴.۵ نحوه کارکرد آزمون رادیوگرافی ناحیه کنترل شده کوچک (SCAR) ۱۷۶
- ۳.۴.۵ قابلیت‌های آزمون رادیوگرافی ناحیه کنترل شده کوچک (SCAR) ۱۷۷
- ۴.۴.۵ محدودیت‌های آزمون رادیوگرافی ناحیه کنترل شده کوچک (SCAR) ۱۷۸
- ۵.۴.۵ الزامات و پارامترهای تأثیرگذار آزمون رادیوگرافی ناحیه کنترل شده کوچک (SCAR) ۱۷۸
- ۵.۵ آزمون رادیوگرافی لایکسی (Li T) ۱۷۸
- ۱.۵.۵ روش پروفایلر در آزمون رادیوگرافی لایکسی (Li T) ۱۷۹
- ۲.۵.۵ روش گدسکوپ و نفوذ گر در آزمون رادیوگرافی لایکسی (Li T) ۱۸۱
- ۳.۵.۵ قابلیت‌های آزمون رادیوگرافی لایکسی (Li T) ۱۸۲
- ۴.۵.۵ محدودیت‌های آزمون رادیوگرافی لایکسی (Li T) ۱۸۳
- ۶.۵.۵ الزامات و پارامترهای تأثیرگذار آزمون رادیوگرافی لایکسی (Li T) ۱۸۳
- ۶.۵ آزمون رادیوگرافی باز پراکندگی یا پراکندگی برگشتی نوترونی (N B T) ۱۸۴
- ۱.۶.۵ قابلیت‌های آزمون رادیوگرافی باز پراکندگی یا پراکندگی برگشتی نوترونی (N B T) ۱۸۶
- ۲.۶.۵ محدودیت‌های آزمون رادیوگرافی باز پراکندگی یا پراکندگی برگشتی نوترونی (N B T) ۱۸۶

- ۳.۶.۵ الزامات و پارامترهای تأثیرگذار آزمون رادیوگرافی باز پراکندگی یا پراکندگی برگشتی نوترونی (N B T) ۱۸۶
- ۷.۵ آزمون رادیوگرافی کامپیوتری (CR) ۱۸۷
- ۱.۷.۵ گردش کار آزمون رادیوگرافی کامپیوتری (CR) ۱۸۸
- ۲.۷.۵ فیزیک آزمون رادیوگرافی کامپیوتری (CR) ۱۸۹
- ۳.۷.۵ چگونگی خواندن تصویر نهفته در آزمون رادیوگرافی کامپیوتری (CR) ۱۹۰
- ۴.۷.۵ مزایای آزمون رادیوگرافی کامپیوتری (CR)
- ۵.۷.۵ معایب آزمون رادیوگرافی کامپیوتری (CR) ۱۹۲
- مراجع فصل ۵ ۱۹۳

منابع ۱۹۳

www.ketab.ir